

F-8019

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-153373

(43)Date of publication of application : 08.06.1999

(51)Int.Cl. F25C 1/00  
F28G 1/12  
F28G 3/16

(21)Application number : 09-334854 (71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

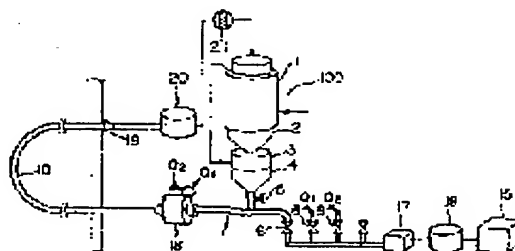
(22)Date of filing : 20.11.1997 (72)Inventor : TSUJI TADASHI  
FUKUSHIMA AKIRA  
KAWADA AKIHIRO

## (54) METHOD AND APPARATUS FOR REMOVING STAIN

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To remove stain adhering onto a stained face, by jetting ice particles onto and making them to collide with the stained face.

SOLUTION: Air pressurized by a compressor 15 is dried by an air drier 17 before being introduced into a conveyance pipe 7 via a valve 6. When a valve 5 is opened, ice particles stored in a blast tank 4 of an ice particle making device 100 is allowed to enter the conveyance pipe 7 through the valve 5 and goes into a fluidics nozzle 18 in accompany by high speed air. The particles are whirled by high pressure air Q1, Q2 supplied through valves 8, 9 and enter a heat transfer pipe 10. The ice particles are made to collide with an inner face of the heat transfer pipe 10 and stain adhering on to the inner face is removed. The ice particles flow through the pipe 10 and become water, and the water and the contaminant removed are introduced into a collector 20 via a collecting nozzle 19. The stain is removed from the water and air in the collector 20. Separated air is released into atmospheric air from the collector 20 and separated water is guided into the ice particle making device 100 via a filter 21 and frozen again.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision  
of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

F-8019

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-153373

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月8日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

F 2 5 C 1/00

F 2 5 C 1/00

A

F 2 8 G 1/12

F 2 8 G 1/12

F

3/16

3/16

審査請求 未請求 請求項の数15 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平9-334854

(22) 出願日

平成9年(1997)11月20日

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 辻 正

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂製作所内

(72) 発明者 福島 亮

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72) 発明者 川田 章廣

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

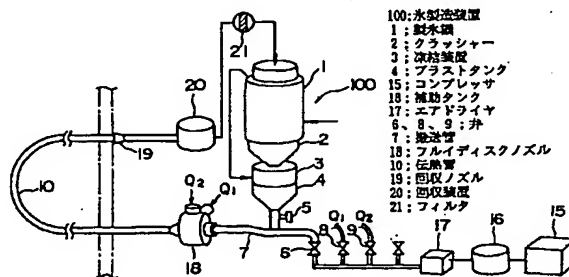
(74) 代理人 弁理士 菅沼 徹 (外1名)

(54) 【発明の名称】 汚れ除去方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 伝熱管10の内面等の汚れ面に付着した汚れを容易、かつ、安価に除去する。

【解決手段】 氷製造装置100により製造された氷粒をコンプレッサ15で圧縮された高速の空気流に乗せて伝熱管10の内面等の汚れ面に噴射してこの汚れ面に付着した汚れを除去する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 氷粒を噴射して汚れ面に衝突させることによりこの汚れ面に付着した汚れを除去することを特徴とする汚れ除去方法。

【請求項2】 上記氷粒の温度を調節することによってその硬度を変更することを特徴とする請求項1記載の汚れ除去方法。

【請求項3】 上記氷粒を高速の空気流に乗せて噴射することを特徴とする請求項1又は2記載の汚れ除去方法。

【請求項4】 上記氷粒を高速の水流に乗せて噴射することを特徴とする請求項1又は2記載の汚れ除去方法。

【請求項5】 上記氷粒を空気と水からなる高速の混合流体に乗せて噴射することを特徴とする請求項1又は2記載の汚れ除去方法。

【請求項6】 上記氷粒をダイナミック氷蓄熱装置から抽出された冷水に乗せて噴射することを特徴とする請求項1、2、4又は5記載の汚れ除去方法。

【請求項7】 水を氷結させるための製氷機と、この製氷機から供給された氷を破砕して所要の形状、寸法の氷粒に成形するためのクラッシャと、このクラッシャから供給された氷粒を冷却して所要の温度及び硬度とするための凍結装置と、この凍結装置から供給された氷粒を貯溜するためのプラストタンクとからなる氷粒製造装置と、この氷粒製造装置で製造された氷粒を汚れ面に噴射する手段を具備することを特徴とする汚れ除去装置。

【請求項8】 製氷槽のまわりに冷媒槽を配設し、上記製氷槽の内面に水を噴射して氷結させる製氷機を具備することを特徴とする請求項7記載の汚れ除去装置。

【請求項9】 製氷槽の内部に冷媒槽を配設してこの冷媒槽の外面に水を噴射して氷結させる製氷機を具備することを特徴とする請求項7記載の汚れ除去装置。

【請求項10】 製氷槽の内部に直立円錐状の冷媒槽を配設してこの冷媒槽の円錐状外面に水を滴下して氷結させることにより氷粒を製造する製氷機を具備することを特徴とする請求項7記載の汚れ除去装置。

【請求項11】 冷媒によって冷却される伝熱壁の外面に氷結した氷層を掻き落とす手段を設けた製氷機を具備することを特徴とする請求項7ないし9記載の汚れ除去装置。

【請求項12】 氷が付着することによって変形する形状記憶板を冷媒によって冷却される伝熱壁の外面に配設した製氷機を具備することを特徴とする請求項7ないし10記載の汚れ除去装置。

【請求項13】 水が氷結する面を撥水性の膜によって被覆した製氷機を具備することを特徴とする請求項7ないし12記載の汚れ除去装置。

【請求項14】 上記凍結装置に供給された冷却シール流体の一部を上記製氷槽の内面に沿って流過させるとともに上記冷却シール流体の残部を上記冷媒槽のまわりを流

過させることを特徴とする請求項8記載の汚れ除去装置。

【請求項15】 上記凍結装置に供給された冷却シール流体の一部を上記冷媒槽の外面に沿って流過させるとともに上記冷却シール流体の残部を上記製氷槽のまわりを流過させることを特徴とする請求項9又は10記載の汚れ除去装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

10 【発明の属する技術分野】本発明は給水加熱器の伝熱管の内面に付着した錆やスケール等の汚れを除去するのに好適な汚れ除去方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、アルミナ、セラミックス等からなる数十ミクロンの大きさの砥粒を空気により搬送して伝熱管の内面に噴射することによって伝熱管の内面に付着した錆やスケール等の汚れを除去していた。

【0003】

20 【発明が解決しようとする課題】上記従来の方法においては、砥粒のビッカース硬度は約2000で、伝熱管のビッカース硬度100～150に比して著しく硬いため、この砥粒を伝熱管の内面に噴射すると、伝熱管の内面が削られ、伝熱管の減肉によりその寿命、耐久性が短くなるという問題があった。

【0004】また、砥粒は伝熱管の内面に噴射することによって崩壊して消耗するため、砥粒の補充に費用が掛かるとともに崩壊した砥粒は産業廃棄物として処理しなければならないので、処理費用が高むという問題があった。

30 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するために発明されたものであって、第1の発明の要旨とするところは、氷粒を噴射して汚れ面に衝突させることによりこの汚れ面に付着した汚れを除去することを特徴とする汚れ除去方法にある。

【0006】他の特徴とするところは、上記氷粒の温度を調節することによってその硬度を変更することにある。

40 【0007】他の特徴とするところは、上記氷粒を高速の空気流に乗せて噴射することにある。

【0008】他の特徴とするところは、上記氷粒を高速の水流に乗せて噴射することにある。

【0009】他の特徴とするところは、上記氷粒を空気と水からなる高速の混合流に乗せて噴射することにある。

【0010】他の特徴とするところは、上記氷粒をダイナミック氷蓄熱装置から抽出された冷水に乗せて噴射することにある。

50 【0011】第2の発明の要旨とするところは、水を氷結させるための製氷機と、この製氷機から供給された氷

を破碎して所要の形状・寸法の氷粒に成形するためのクラッシャと、このクラッシャから供給された氷粒を冷却して所要の温度及び硬度とするための凍結装置と、この凍結装置から供給された氷粒を貯溜するためのプラストタンクとからなる氷粒製造装置と、この氷粒製造装置で製造された氷粒を汚れ面に噴射する手段を具備することを特徴とする汚れ除去装置にある。

【0012】他の特徴とするところは、製氷槽のまわりに冷媒槽を配設し、上記製氷槽の内面に水を噴射して氷結させる製氷機を具備することにある。

【0013】他の特徴とするところは、製氷槽の内部に冷媒槽を配設してこの冷媒槽の外面に水を噴射して氷結させる製氷機を具備することにある。

【0014】他の特徴とするところは、製氷槽の内部に直立円錐状の冷媒槽を配設してこの冷媒槽の円錐状外面に水を滴下して氷結させることにより氷粒を製造する製氷機を具備することにある。

【0015】他の特徴とするところは、冷媒によって冷却される伝熱壁の外面に氷結した氷層を掻き落とす手段を設けた製氷機を具備することにある。

【0016】他の特徴とするところは、水が付着することによって変形する形状記憶板を冷媒によって冷却される伝熱壁の外面に配設した製氷機を具備することにある。

【0017】他の特徴とするところは、水が氷結する面を撥水性の膜によって被覆した製氷機を具備することにある。

【0018】他の特徴とするところは、上記凍結装置に供給された冷却シール流体の一部を上記製氷槽の内面に沿って流過させるとともに上記冷却シール流体の残部を上記冷媒槽のまわりを流過させることにある。

【0019】更に他の特徴とするところは、上記凍結装置に供給された冷却シール流体の一部を上記冷媒槽の外面に沿って流過させるとともに上記冷却シール流体の残部を上記製氷槽のまわりを流過させることにある。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の第1の実施形態が図1に示されている。100は氷粒製造装置で、製氷機1、クラッシャ2、凍結装置3及びプラストタンク4からなる。

【0021】製氷機1で水を氷結させることにより得られた氷はクラッシャ2に供給され、ここで破碎することにより所要の形状、寸法の氷粒に成形される。この氷粒は凍結装置3に供給され、ここで氷粒を冷却することによって所要の温度及び硬度となる。

【0022】氷粒の温度と硬度との関係が図23に示され、氷粒の温度を $-30^{\circ}\text{C}$ ～ $-50^{\circ}\text{C}$ とすることによってそのピッカース硬度を金属のそれ(100～150)とほぼ等しくすることができる。

【0023】次いで、氷粒はプラストタンク4に供給されてここに貯溜され、弁5を開くことによって排出され

る。

【0024】コンプレッサ15で昇圧された空気は補助タンク16に入り、ここでその脈動が取り除かれる。この空気はエアドライヤ17で乾燥された後、弁6を通して搬送管7に入る。

【0025】そこで、弁5を開くと、氷粒製造装置100のプラストタンク4内に貯溜されている氷粒が弁5を通過して搬送管7内に入り、この中を流過する高速の空気流に伴われてフルイディスクノズル18に入る。

10 【0026】ここで、弁8、9を経て供給された高圧空気 $Q_1$ 、 $Q_2$ によって旋回せしめられ、この状態で給水加熱器の伝熱管10内に入る。そして、伝熱管10内を旋回しながら流過する過程で氷粒が伝熱管10の内面に衝突してこの内面に付着した錆やスケール等の汚れを除去する。

【0027】氷粒は伝熱管10を流過することにより溶融して水となり、この水及び除去された汚れは空気に伴われて回収ノズル19を通過して回収装置20に入る。

20 【0028】そして、回収装置20で水及び空気から汚れが分離され、図示しない処理装置に送られて処理される。分離された空気は回収装置20から大気中に放出され、また、分離された水はフィルタ21を経て氷粒製造装置100の製氷機1に入り、ここで再び氷結せしめられる。

【0029】本発明の第2の実施形態が図2に示されている。ポンプ91を起動すると、サービスタンク92内に貯溜された冷水が抽出される。そして、氷粒製造装置100の弁5を開くと、この冷水中に氷粒が混合する。

30 【0030】そして、この氷粒を伴った冷水はポンプ91により昇圧され、必要に応じて図示しないノズルから伝熱管10内に高速で噴射される。この伝熱管10を流過する過程で高速の水及び氷粒が伝熱管10の内面に衝突してこの内面に付着している錆やスケール等の汚れを除去する。

【0031】伝熱管10から流出した水及び汚れは回収ノズル19を通過して受槽93内に入り、ここに一旦貯溜される。次いで、ポンプ94により抽出されて沈殿池95に入り、ここに貯溜されている間に錆やスケール等の固形物は沈殿し、上澄水は排出管96を経て排出される。

40 【0032】本発明の第3の実施形態が図3に示されている。ダイナミック氷蓄熱装置200の過冷却器71で過冷却された水は蓄冷槽72を仕切壁74で仕切ることによって形成された室75に導かれ、ここでノズル73から噴出することにより過冷却が解除されて氷晶を含む冷水となる。そして、室75内に貯溜されている間、攪拌機76によって氷晶77と冷水78とが攪拌される。

50 【0033】室75から仕切壁74を越えて室79内に流入した水はポンプ80により抽出されて過冷却器71に供給されてここで再び過冷却される。この蓄冷運転を暫時継続することによって室75内の冷水78の温度が低下し、この冷

水78の上部に氷晶77が万遍なく蓄積されることによって蓄冷槽72内に冷熱が蓄えられる。

【0034】そこで、ポンプ91を運転し、氷粒製造装置100の弁5を開くと、蓄冷槽72の室75から抽出された冷水に氷粒製造装置100から供給された氷粒が混合して伝熱管10内に噴射される。

【0035】伝熱管10から流出した冷水及び汚れは磁気フィルタ81内に入り、ここで錆やスケールが分離され、分離された錆やスケールはタンク82内に貯溜される。

【0036】磁気フィルタ81から取り出された冷水はダイナミック氷蓄熱装置200の過冷却器71に流入して、ここで再び過冷却される。系内の水が不足した場合には補給管84を通して水が過冷却器71に補給される。

【0037】なお、図4に示すように、蓄冷槽72の仕切壁の74の下方に通路86を形成し、室75内の冷水78がフィルタ87を通り、通路86を経て室79内に流入するようにすることもできる。

【0038】本発明の第4の実施形態が図5に示されている。この実施形態は図1に示す第1の実施形態にダイナミック氷蓄熱装置200を組み合わせたもので、蓄冷槽72から抽出された冷水が搬送管7に供給されるようになっている。

【0039】かくして、搬送管7中を流過する空気と冷水とからなる高速の混合流体に氷粒製造装置100で製造された氷粒が混合して伝熱管10に供給される。他の構成、作用は図1及び図3に示す実施形態と同様であり、対応する部材には同じ符号を付してその説明を省略する。なお、氷粒の温度、形状、寸法は汚れの種類並びに氷粒を搬送する空気、冷水、混合流体等の移送媒体に応じて適宜変更するのが望ましい。

【0040】図6に示すように、氷粒製造装置100の製氷機1に液体窒素供給装置101から液体窒素 $b_1$ を供給し、製氷機1で水 $a$ を冷却することによって気化した窒素ガス $c$ は十分低温なので、これを凍結装置3に供給して氷粒の冷却に用いることができる。

【0041】また、図7に示すように、冷凍機102のフロンの、アンモニア等の冷媒 $b_2$ を製氷機1に循環させ、液体窒素供給装置101からの液体窒素 $b_1$ を凍結装置3に供給することができる。

【0042】また、図8に示すように、冷凍機102の冷媒 $b_2$ を熱交換器103を経て循環させると同時に熱交換器103で冷却された不凍液等からなる冷却媒体 $b_3$ を製氷機1に循環させることができる。凍結装置3には液体窒素供給装置101からの液体窒素 $b_1$ が供給される。

【0043】このようにすれば、冷媒 $b_2$ の蒸発潜熱を用いて冷却媒体 $b_3$ を冷却することができ、冷却媒体 $b_3$ の顕熱により水 $a$ を冷却できる。また、冷凍機102の冷媒 $b_2$ が製氷機1の低温脆性等の材料強度上、構造上の制約を受ける場合やこの冷媒 $b_2$ が製氷機1を循環する過程で漏洩するのを防止できる。

【0044】氷製造装置100の詳細が図9に示されている。製氷機1は鉛直な円筒状の製氷槽11とこの製氷槽11を囲む冷媒槽12と、この冷媒槽12を囲む囲板13を具えている。

【0045】製氷槽11の中央には鉛直に伸びる中空の回転軸14が配設され、この回転軸14には上下に間隔を隔てて複数の水噴出穴22が穿設され、かつ、ブレード23の基礎が固定されている。

【0046】クラッシャ2は製氷槽11の下端に連結されて下方に向かって先細となる槽24と、この槽24の下部内面に固定された固定歯25と、回転軸14の下端に固定されて固定歯25と所定の間隔を隔てて対向する回転歯26を具えている。

【0047】凍結装置3は鉛直な円筒状の冷凍槽27と、この内部にこれと同芯に配設された円筒状の多孔板からなる仕切筒28と、その内側上部にこれと同芯に配設された円筒状の案内筒29を具えている。

【0048】プラストタンク4は冷凍槽27の下端に連結されて下方に向かって先細となるホッパ35と、その下部に連結された円筒状の貯溜タンク36を具えている。

【0049】冷凍槽27内の温度を検知する温度センサ30からの指令によって弁31が開となると、液体窒素等の冷却シール流体 $e$ が弁31を通して冷凍槽27内に入り、冷凍槽27内で気化して仕切筒28の多数の穴及びその下端開口を経て仕切筒28の内部を上昇する過程でクラッシャ2から落下する氷粒と接触することによりこれを冷却する。

【0050】そして、仕切筒28と案内筒29との間隙に流入した冷却シール流体 $e$ はクラッシャ2の槽24の外面に形成された通路32及び冷媒槽12を囲むジャケット33内を

通って排出管34から排出される。

【0051】製氷機1、クラッシャ2、凍結装置3及びプラストタンク4は断熱材37によって被覆され、この断熱材37は外板38によって被覆されている。

【0052】この氷粒製造装置100の運転時には、冷媒 $b$ が製氷機1の冷媒槽12内を循環し、回転軸14及びこれに固着されたブレード23が回転駆動される。そして、弁31が開とされて冷却シール流体 $e$ が凍結装置3の冷凍槽27内に供給される。

【0053】そして、水 $a$ が製氷槽11の上部から滴下すると同時に水噴射穴22から製氷槽11の内面に噴射される。この水は製氷槽11を介して冷媒槽12内の冷媒 $b$ と熱交換することにより冷却されて氷結し、製氷槽11の内面に薄い氷層 $d$ となって付着する。

【0054】この氷層 $d$ はブレード23により掻き落とされてクラッシャ2の槽24内に入り、その固定歯25と回転歯26により破砕されて所定の寸法、形状の氷粒 $d_1$ となる。この氷粒 $d_1$ は凍結装置3の案内筒29及び仕切筒28の中を落ちて落下する過程で仕切筒28内を上昇する冷却シール流体 $e$ と接触することにより冷却される。

【0055】この際、温度センサ30からの指令により弁

31の開度を調節し、弁31を通る冷却シール流体eの量を加減することによって氷粒 $d_1$ の温度を所定の温度とし、その硬度を所定の硬度に維持する。

【0056】所定の硬度となった氷粒 $d_1$ はブラストタンク4内に落下してそのホッパ35及び貯溜タンク36内に貯溜される。

【0057】図10に示すように、ブレード23の先端を氷の剥離角 $\alpha$ だけ屈折して置けば、製氷槽11の内面に氷結した氷層dを円滑に掻き落とすことができる。

【0058】また、図11に示すように、ブレード23の基端を回転軸14に枢着し、回転軸14に突設された支基41とブレード23の中間部との間に介装されたコイルスプリング42によってブレード23の先端を製氷槽11の内周面に圧接すれば、氷層dを効果的に掻き落とすことができる。

【0059】また、図12に示すように、回転軸14にスティ43を介してスクリーブレード44を固定し、このスクリーブレード44の先端を図12(C)に示すように、軸方向に氷の剥離角 $\alpha$ だけ屈折して置けば、氷層dを円滑に掻き落として下方に落下させることができる。

【0060】また、図13に示すように、製氷槽11の内周面に上下に間隔を隔てて多数のリブ45を突設し、図示しない回転軸に突設された多板ブレード46により隣接するリブ45の間に氷結した氷層dを掻き取ることもできる。

【0061】図14には製氷機1の他の実施形態が示されている。直立円筒状の製氷槽46内にこれと同芯の直立円筒状冷媒槽47が配設され、この冷媒槽47の中央に下降管48が鉛直に配設されている。製氷槽46の内周面に配設された複数のノズル49から水aを冷媒槽47の外周面に噴射し、下降管48を経て液冷媒bを冷媒槽47内底部に供給する。

【0062】すると、冷媒槽47の外周面に付着した水は冷媒槽47を介してその内部の液冷媒bと熱交換することにより氷結して氷層dとなり、冷媒槽47内の液冷媒bは蒸発してその蒸気は排出管50を経て排出される。

【0063】図15には冷媒槽47の外周面に氷結した氷層dの剥離機構が示されている。冷媒槽47のまわりに円環状の搔落板51を複数個上下に間隔を隔てて多段に配置し、これら搔落板51を複数のテンション部材82を介してリング53に連結する。

【0064】このリング53を複数のロッド54を介して外部ディスク55に連結し、この外部ディスク54をモータその他の駆動手段により上下に往復動させることにより搔落板51を上下動させて冷媒槽47の外周面に氷結した氷層dを掻き落とす。

【0065】図16には製氷機1の他の実施形態が示されている。この実施形態においては、製氷槽46の内部に設置された冷媒槽57が付着防止角 $\beta$ だけ傾斜する直立円錐状とされている。そして、水aが冷媒槽57の円錐状外面に滴下され、この円錐状外面に設けた多数の溝内を移動する過程で氷粒となる。

【0066】図17には氷層dの剥離機構の他の実施形態が示されている。冷媒bによって冷却される伝熱壁61、即ち、図9に示す製氷槽11、図14に示す冷媒槽47、図16に示す冷媒槽57の外面に接するように温度変化によって変形する形状記憶合金、形状記憶樹脂、バイメタル等からなる形状記憶板62が配設されている。

【0067】(A)に示すように、形状記憶板62が伝熱壁61に接触して氷点以下に冷却されて平板状態となっており、この形状記憶板62の外面に水aが噴射されてこれ氷結すると、これに伴って形状記憶板62が昇温することにより、(B)に示すように、波形に変形して氷層dが剥離する。氷層dが剥離すると、形状記憶板62は(C)に示すように、伝熱壁61の外面に接して再び冷却されることにより元の平板状態に復帰する。

【0068】形状記憶板62はその初期形状が平板状のみならず彎曲板、波板等任意の形状のものであっても良く、また、形状記憶板62は伝熱壁61に複数個所で固定しても良く、位置決めだけして固定しなくても良い。

【0069】図18には氷層dの剥離機構の更に他の実施形態が示されている。この実施形態においては、氷剥離角 $\alpha$ だけ傾斜する前縁を有する複数のスクレーバ63を伝熱壁61の外面と摺接しながら隣接するスクレーバ63の間隔Lに対応する距離だけ上下動させることによって伝熱壁61の外面に付着した氷層dを掻き落とすようになっている。

【0070】図19には氷層dの剥離機構の更に他の実施形態が示されている。この実施形態においては、(A)に示すように、複数の囲い65内にそれぞれ格納されているスクレーバ64を下方に移動すると、(B)に示すように、その尖鋭な先端によって伝熱壁61に付着した氷層dを掻き取ると同時に囲い65の下端に枢着された排出ブレード66を持ち上げる。

【0071】更に、下方に移動すると、(C)に示すように、スクレーバ64の基部に設けた突起67によって排出ブレード66が更に持ち上げられて掻き取られた氷層dを落下させる。その後、スクレーバ64は上昇して囲い65内に格納される。

【0072】この実施形態はスクレーバ64を往復動させる距離が図18に示すもののそれより小さくて足りるとともに氷層dを確実に落下させることができる。

【0073】また、図示しないが、図9に示す製氷槽11の内面、図14に示す冷媒槽47の外周面、図16に示す冷媒槽57の外周面、図17に示す形状記憶板62の外周面、図18及び図19に示す伝熱壁61等水が氷結する面に撥水性のある樹脂等からなる塗膜を塗布して置けば、氷層dの剥離性を向上しうる。

【0074】図20には図9に示す氷粒製造装置100における冷却シール流体eの他の流し方が示されている。凍結装置3に供給された冷却シール流体eの一部は通路32を経てジャケット33内を上昇し、残部は製氷槽11内を上

10

20

30

40

50

昇してその上部に穿設された通孔38を通過してジャケット33内に入り、ここでジャケット33内を上昇してきた冷却シール流体と合流して排出管34から排出されるようになっている。

【0075】このようにすると、製氷槽11の内周面に沿って上昇する冷却シール流体によってその内周面からの放熱を抑制しようと同時に製氷槽11の内周面に噴射された水の冷却に資することができ、また、ジャケット33内を流過する冷却シール流体によって冷媒槽12の外周面からの輻射放熱を抑制しうる。

【0076】図21には図14に示す製氷機1を具備する氷粒製造装置100における冷却シール流体の流し方が示されている。凍結装置3に供給された冷却シール流体eの一部は通路32を経て製氷槽46のまわりに形成されたジャケット33を経て排出管34から排出される。残部は冷媒槽47の外周面に沿って上昇してジャケット33に流入する。

【0077】このようにすると、ジャケット33内を流過する冷却シール流体によって製氷槽46の外周面からの輻射放熱を抑制することができ、冷媒槽47の外周面に沿って上昇する冷却シール流体によって冷媒槽47の外周面からの放熱を抑制できるとともにこの外周面に噴射される水の冷却に資することができる。

【0078】図22には図16に示す製氷機1を具備する氷粒製造装置100における冷却シール流体の流し方が示されている。凍結装置3に供給された冷却シール流体eの一部は通路32を経て製氷槽46のまわりに形成されたジャケット33を経て排出管34から排出され、残部は冷媒槽57の円錐状外面に沿って上昇してジャケット33に流入する。

【0079】このようにすると、ジャケット33内を流過する冷却シール流体によって製氷槽46の外周面からの輻射放熱を抑制することができ、冷媒槽57の円錐状外面に沿って上昇する冷却シール流体eによって冷媒槽57の円錐状外面から放熱を抑制できるとともにこの円錐状外面に滴下する水の冷却に資することができる。

【0080】以上、伝熱管10の内面に付着した錆やスケール等の汚れを除去する例について説明したが、本発明はタービン翼に付着したスケール、ボイラの炉内、ビル、航空機、鉄道車両の外表面に付着した汚れ、船舶の外板に付着した海洋生物の除去等に適用しうることは勿論である。

【0081】

【発明の効果】請求項1記載の第1の発明においては、氷粒を噴射して汚れ面に衝突させることによりこの汚れ面に付着した汚れを除去するので、従来のように砥粒を用いる必要がない。従って、砥粒及びその補給費用及び崩壊した砥粒を処理するための費用を要しない。

【0082】氷粒の温度を調節することによって氷粒の硬度を汚れを削り取るのに十分な硬さとしうるので、汚れを効率的に除去できるとともに氷粒の硬度を汚れ面の

硬度と同等又はこれ以下とすることによって汚れ面が氷粒により削られるのを防止できる。

【0083】氷粒を高速の空気流に乗せて噴射すれば、氷粒の衝突力を容易に加減できるので、汚れを効率的に除去できるとともに除去された汚れを空気流に乗せて搬出し又は放散させることができる。また、空気は容易に入手でき、これを圧縮することによって容易に高速の空気流を得ることができるとともに汚れを分離した後の空気を容易、かつ、安価に処理できる。

10 【0084】氷粒を高速の水流に乗せて噴射すれば、氷粒の衝突力のみならず高速の水流の衝撃力によって汚れを効率的に除去できるとともに除去された汚れを水流に乗せて容易に搬出できる。また、氷粒は溶融して水に戻るの、排水処理により汚れを水から容易に分離することができる。

【0085】氷粒を空気と水からなる高速の混合流体に乗せて噴射すれば、氷粒の衝突力のみならず空気及び水の衝撃力によって汚れを効率的に除去できる。

20 【0086】氷粒をダイナミック氷蓄熱装置から抽出された冷水に乗せて噴射すれば、氷粒が汚れに衝突するまでにその温度及び硬度が変化するのを抑制できるとともに深夜電力等を用いて安価に冷水を得ることができる。

【0087】請求項7記載の第2の発明においては、水を氷結させるための製氷機と、この製氷機から供給された氷を破碎して所要の形状、寸法の氷粒に成形するためのクラッシャと、このクラッシャから供給された氷粒を冷却して所要の温度及び硬度とするための凍結装置を具備するため、所要の形状、寸法で、かつ、所要の温度及び硬度の氷粒を容易に製造できる。

30 【0088】製氷槽のまわりに冷媒槽を配設し、製氷槽の内面に水を噴射して氷結させれば、製氷槽の内面に水を氷結させることができる。

【0089】製氷槽の内部に冷媒槽を配設してこの冷媒槽の外面に水を噴射して氷結させれば、保冷構造が簡素化され、装置全体の小型化に資することができる。

【0090】製氷槽の内部に直立円錐状の冷媒槽を配設してこの冷媒槽の円錐状外面に水を滴下すれば、氷粒を容易に製造できる。

40 【0091】冷媒によって冷却される伝熱壁の外面に氷結した氷層を掻き落とす手段を設ければ、伝熱壁の外面に氷結した氷層を容易に掻き落とすことができる。

【0092】氷が付着することによって変形する形状記憶板を冷媒によって冷却される伝熱壁の外面に配設すれば、形状記憶板の外面に氷結した氷層を自動的に剝離させることができる。

【0093】水が氷結する面を撥水性の膜によって被覆すれば、この面に氷結した氷層を容易に剝離することができる。

50 【0094】凍結装置に供給された冷却シール流体の一部を製氷槽の内面に沿って流過させるとともに残部を冷



媒槽のまわりを流過させれば、冷媒槽からの輻射放熱を抑制しうるとともに製氷槽の内面からの放熱を抑制し、製氷槽の内面に噴射される水の冷却に資することができる。

【0095】凍結装置に供給された冷却シール流体の一部を冷媒槽の外面に沿って流過させるとともに冷却シール流体の残部を製氷槽のまわりを流過させれば、製氷槽の外面からの輻射放熱を抑制しうるとともに冷媒槽の外表面からの放熱を抑制し、冷媒槽の外表面に噴射される水の冷却に資することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態を示す系統図である。  
 【図2】本発明の第2の実施形態を示す系統図である。  
 【図3】本発明の第3の実施形態を示す系統図である。  
 【図4】第3の実施形態における蓄冷槽の変形例を示す断面図である。  
 【図5】本発明の第5の実施形態を示す系統図である。  
 【図6】本発明による氷粒製造装置への冷熱供給系を示す系統図である。  
 【図7】氷粒製造装置への他の冷熱供給系を示す系統図である。  
 【図8】氷粒製造装置への他の冷熱供給系を示す系統図である。  
 【図9】氷粒製造装置の縦断面図である。  
 【図10】上記氷粒製造装置の水掻落手段を示す横断面図である。  
 【図11】上記氷粒製造装置の他の水掻落手段を示す横断面図である。  
 【図12】上記氷粒製造装置の他の水掻落手段を示し、(A)は横断面図、(B)は縦断面図、(C)はブレードの先端を示す断面図である。  
 【図13】上記氷粒製造装置の更に他の水掻落手段を示し、(A)は部分的に破断して示す斜視図、(B)は氷層の剥離状況を示す断面図である。  
 【図14】製氷機の他の実施形態を示す縦断面図である。  
 【図15】上記製氷機の水掻落手段を示し、(A)は側面 \*

\* 図、(B)は氷層の剥離状況を示す部分的斜視図である。  
 【図16】製氷機の更に他の実施形態を示す縦断面図である。

【図17】水掻落手段の他の実施形態を示し、(A)、(B)、(C)はそれぞれ異なる変化状態の部分的断面図である。

【図18】水掻落手段の他の実施形態を示し、(A)、(B)はそれぞれ異なる変化状態の部分的断面図である。

【図19】水掻落手段の更に他の実施形態を示し、(A)、(B)、(C)はそれぞれ異なる変化状態の部分的断面図である。

【図20】氷製造装置における冷却シール流体の他の流し方を示す略示的断面図である。

【図21】他の氷製造装置における冷却シール流体の流し方を示す略示的断面図である。

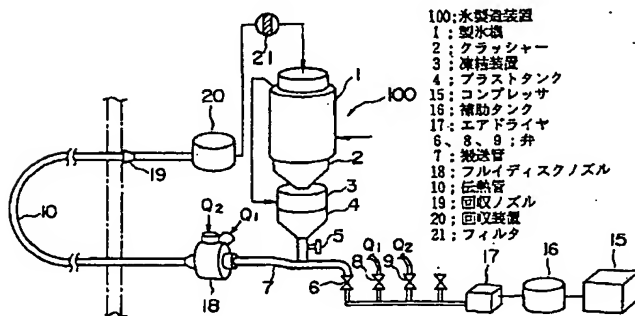
【図22】他の氷製造装置における冷却シール流体の流し方を示す略示的断面図である。

【図23】氷の温度とヴィッカース硬度との関係を示す線図である。

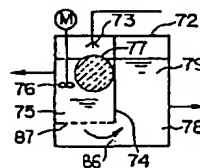
【符号の説明】

- 100 氷製造装置
- 1 製氷機
- 2 クラッシャー
- 3 凍結装置
- 4 プラストタンク
- 15 コンプレッサ
- 18 補助タンク
- 17 エアドライヤ
- 6、8、9 弁
- 7 搬送管
- 18 フルイディスクノズル
- 10 伝熱管
- 19 回収ノズル
- 20 回収装置
- 21 フィルタ

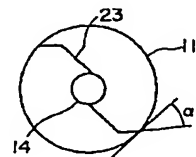
【図1】



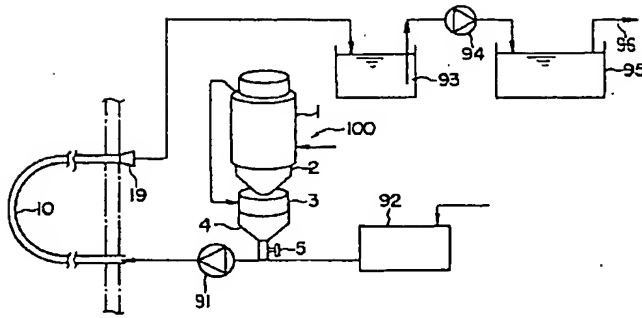
【図4】



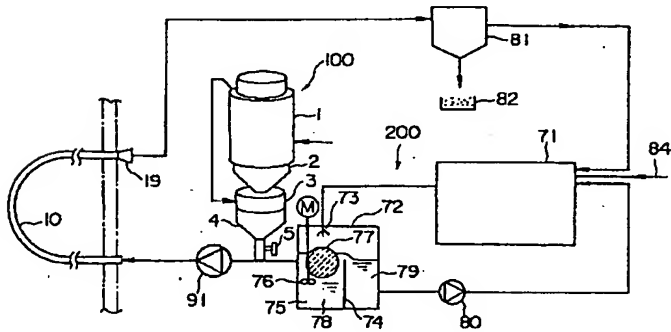
【図10】



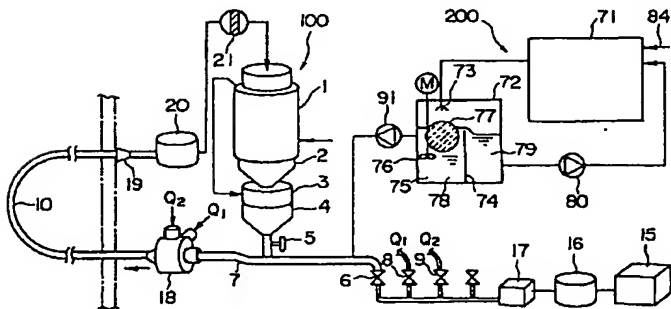
【図2】



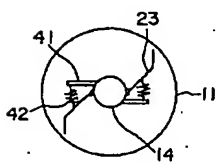
【図3】



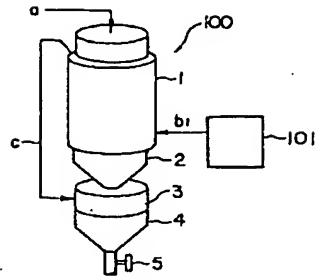
【図5】



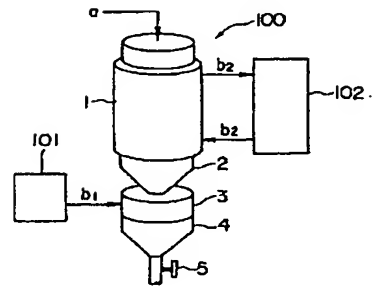
【図11】



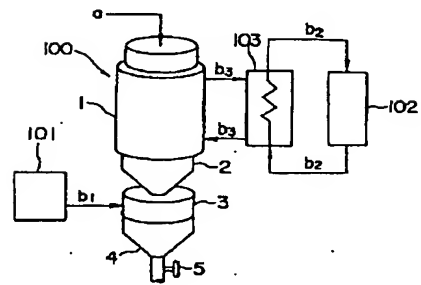
【図6】



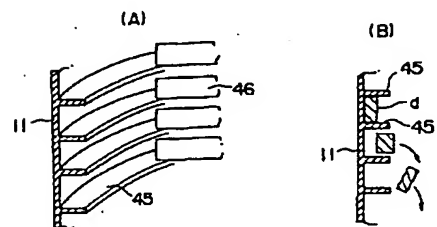
【図7】



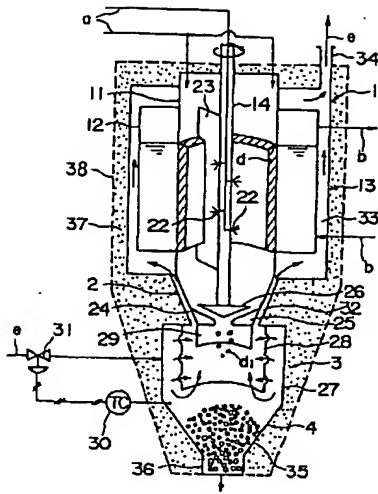
【図8】



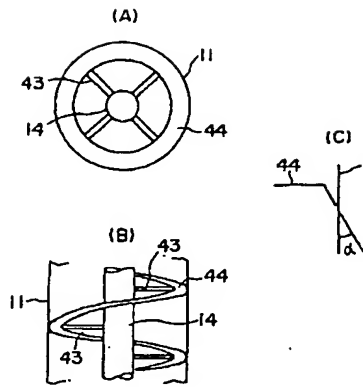
【図13】



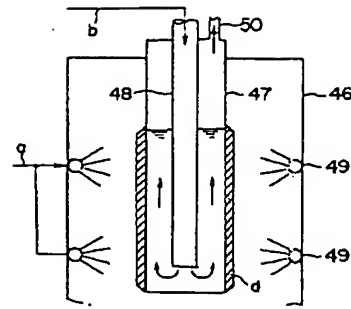
【図 9】



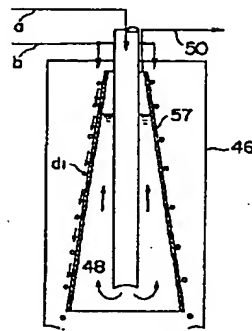
【図 12】



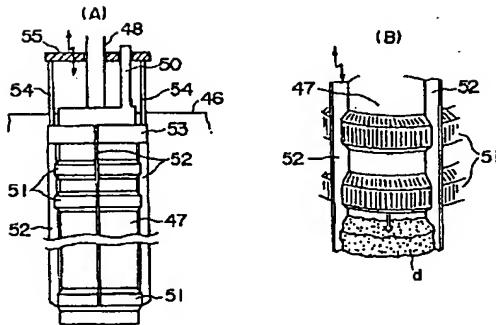
【図 14】



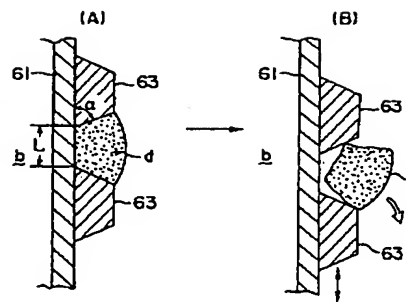
【図 16】



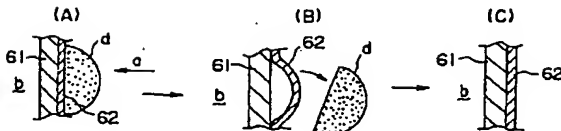
【図 15】



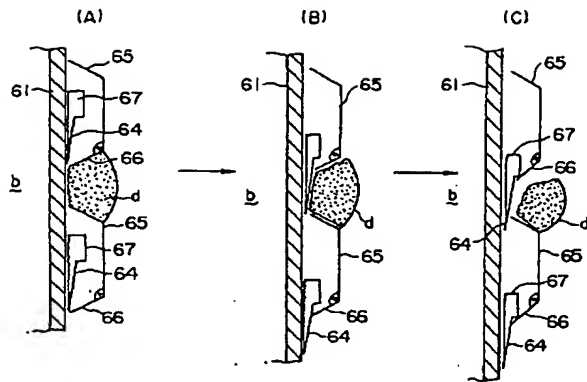
【図 18】



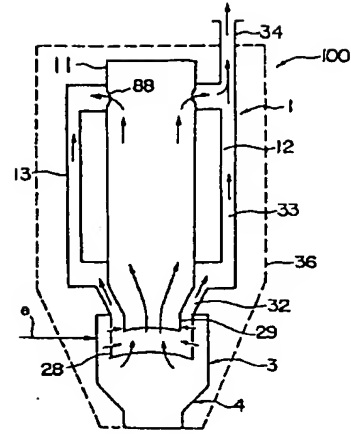
【図 17】



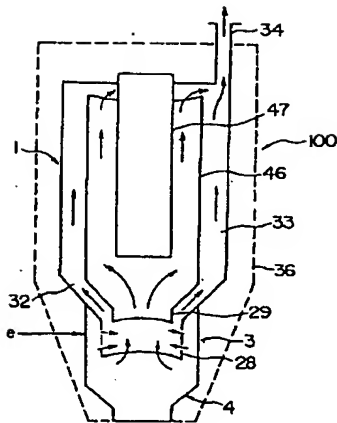
〔図19〕



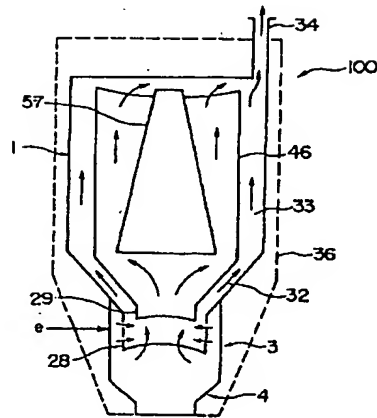
〔図20〕



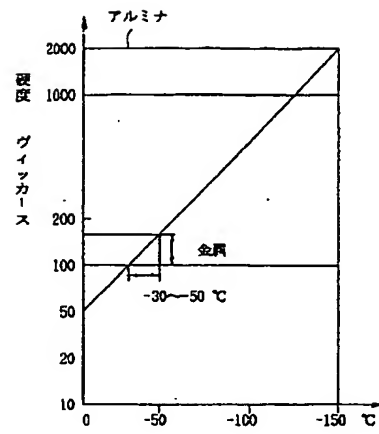
〔図21〕



〔図22〕



【図23】



## [Claims]

1. A method for removing stain, characterized by removing stain adhering onto a stained face by jetting ice particles onto and making the ice particles collide with the stained face.

2. A method for removing stain of claim 1, characterized by that the hardness of the ice particles is changed by adjusting temperature of the ice particles.

3. A method for removing stain of claim 1 or 2, characterized by that the ice particles are carried and jetted by high speed air.

4. A method for removing stain of claim 1 or 2, characterized by that the ice particles are carried and jetted by high speed water.

5. A method for removing stain of claim 1 or 2, characterized by that the ice particles are carried and jetted high speed mixture fluid consisting of air and water.

6. A method for removing stain of claim 1, 2, 4 or 5, characterized by that the ice particles are carried and jetted by high speed cold water extracted from a dynamic ice thermal storage apparatus.

7. An apparatus for removing stain, characterized by being comprised of an ice particle making device consisting of an ice making machine for freezing water, a crusher for crushing and forming the ice supplied from the ice making machine into ice particles with a required shape and dimension, a freezing device for cooling the ice particles supplied from the crusher to a required temperature and hardness and a blast tank for storing the ice particles supplied from the freezing device, and means

for jetting the ice particles produced by the ice particle making device onto a stain face.

8. An apparatus for removing stain of claim 7, characterized by being comprised of an ice making machine for freezing water by disposing a refrigerant tank around an ice making tank and by jetting water onto an inner face of the ice making tank.

9. An apparatus for removing stain of claim 7, characterized by being comprised of an ice making machine for freezing water by disposing a refrigerant tank inside an ice making tank and by jetting water onto an outer face of the refrigerant tank.

10. An apparatus for removing stain of claim 7, characterized by being comprised of an ice making machine for making ice particles by disposing an upright cone-shaped refrigerant tank inside an ice making tank and by dropping and freezing water on an upright cone-shaped outer face of the refrigerant tank.

11. An apparatus for removing stain of claim 7 to 9, characterized by being comprised of an ice making machine provided with means for scraping down an ice layer frozen on an outer face of a heat transfer wall cooled by refrigerant.

12. An apparatus for removing stain of claim 7 to 10, characterized by being comprised of an ice making machine disposing a shape-memory plate, which changes a shape as ice adheres thereto, on an outer face of a heat transfer wall cooled by refrigerant.

13. An apparatus for removing stain of claim 7 to 12, characterized by being comprised of an ice making machine with a surface for freezing water coated by a water-shedding film.

14. An apparatus for removing stain of claim 8, characterized by making a portion of cooling-seal fluid supplied to the freezing device flow along and pass through the inner face of the ice making tank and making the remaining cooling-seal fluid flow around and pass through the refrigerant tank.

15. An apparatus for removing stain of claim 9 or 10, characterized by making a portion of cooling-seal fluid supplied to the freezing device flow along and pass through the outer face of the refrigerant tank and making the remaining cooling-seal fluid flow around and pass through the ice making tank.

[Detail Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention]

The invention relates to a method and apparatus for removing stain suitable for removing stain such as rusts and scales adhering onto an inner face of a heat transfer pipe of a feed-water heater.

[0002]

[Prior Art]

Conventionally, stain, such as rusts and scales adhering onto an inner face of a heat transfer pipe, has been removed by carrying sand particles with a size of several dozen micron made of alumina, ceramic and the like by air and by jetting the sand particle onto the inner face of the heat transfer pipe.

[0003]

[Problems to Be Solved by the Invention]

In the above conventional method, since Vickers Hardness



of the sand particles is about 2000 which is significantly harder than Vickers Hardness of a heat transfer pipe which is 100 to 150, when the sand particles are jetted onto an inner face of the heat transfer pipe, a problem is posed in that the inner face of the heat transfer pipe is chipped off, and that a lifetime and durability are reduced by decreasing a thickness of the heat transfer pipe.

[0004]

Moreover, since the sand particles are collapsed and wasted by jetting onto the inner face of the heat transfer pipe, a problem is posed in that expenses pile up because refilling the sand particles takes cost and the collapsed sand particles must be handled as industrial wastes.

[0005]

[Means for Solving the Problems]

The invention is invented in order to solve above problems and a first gist of the invention is a method for removing stain, characterized by removing stain adhering onto a stained face by jetting ice particles onto and making the ice particles collide with the stained face.

[0006]

Another feature is that the hardness of the ice particles is changed by adjusting temperature of the ice particles.

[0007]

Another feature is that the ice particles are carried and jetted by high speed air.

[0008]

Another feature is that the ice particles are carried and

jetted by high speed water.

[0009]

Another feature is that the ice particles are carried and jetted by high speed mixture fluid consisting of air and water.

[0010]

Another feature is that the ice particles are carried and jetted by high speed cold water extracted from a dynamic ice thermal storage apparatus.

[0011]

A second gist of the invention is an apparatus for removing stain, characterized by being comprised of an ice particle making device consisting of an ice making machine for freezing water, a crusher for crushing and forming the ice supplied from the ice making machine into ice particles with a required shape and dimension, a freezing device for cooling the ice particles supplied from the crusher to a required temperature and hardness and a blast tank for storing the ice particles supplied from the freezing device, and means for jetting the ice particles produced by the ice particle making device onto a stain face.

[0012]

Another feature is to be comprised of an ice making machine for freezing water by disposing a refrigerant tank around an ice making tank and by jetting water onto an inner face of the ice making tank.

[0013]

Another feature is to be comprised of an ice making machine for freezing water by disposing a refrigerant tank inside an ice making tank and by jetting water onto an outer face of the

refrigerant tank.

[0014]

Another feature is to be comprised of an ice making machine for making ice particles by disposing an upright cone-shaped refrigerant tank inside an ice making tank and by dropping and freezing water on an upright cone-shaped outer face of the refrigerant tank.

[0015]

Another feature is to be comprised of an ice making machine provided with means for scraping down an ice layer frozen on an outer face of a heat transfer wall cooled by refrigerant.

[0016]

Another feature is to be comprised of an ice making machine disposing a shape-memory plate, which changes a shape as ice adheres thereto, on an outer face of a heat transfer wall cooled by refrigerant.

[0017]

Another feature is to be comprised of an ice making machine with a surface for freezing water coated by a water-shedding film.

[0018]

Another feature is to make a portion of cooling-seal fluid supplied to the freezing device flow along and pass through the inner face of the ice making tank and to make the remaining cooling-seal fluid flow around and pass through the refrigerant tank.

[0019]

Another feature is to make a portion of cooling-seal fluid

supplied to the freezing device flow along and pass through the outer face of the refrigerant tank and to make the remaining cooling-seal fluid flow around and pass through the ice making tank.

[0020]

[Embodiments of the Invention]

Fig. 1 shows a first embodiment of the invention. 100 is an ice particle making device consisting of an ice making machine 1, a crusher 2, a freezing device 3 and a blast tank 4.

[0021]

Ice is obtained by freezing water with the ice making machine 1 and supplied to the crusher 2 to be crushed and formed into ice particles with a required shape and dimension. The ice particles are supplied to the freezing device 3 and cooled to a required temperature and hardness.

[0022]

Fig. 23 shows a relationship between temperature and hardness of ice particles, Vickers hardness of ice particles can be made almost equal to that of metals (100 to 150) by making the temperature of ice particles  $-30^{\circ}\text{C}$  to  $-50^{\circ}\text{C}$

[0023]

Then, the ice particles are supplied and stored in the blast tank 4 and discharged by opening a valve 5.

[0024]

Air pressurized by a compressor 15 enters an auxiliary tank 16 and pulsation is removed from the air. The air is dried by an air dryer 17 before being introduced into a conveyance pipe 7 via a valve 6.

[0025]

When a valve 5 is opened, the ice particles stored in the blast tank 4 of an ice particle making device 100 are allowed to enter the conveyance pipe 7 through the valve 5 and goes into a fluidics nozzle 18 in accompany by high speed air.

[0026]

The particles are whirled by high pressure air Q1, Q2 supplied through valves 8, 9 and enter a heat transfer pipe 10 of a feed-water heater in this state. In the course of whirling and flowing through the heat transfer pipe 10, the ice particles are made to collide with an inner face of the heat transfer pipe 10 and remove stain such as rusts and scales adhering onto the inner face.

[0027]

The ice particles flow though the heat transfer pipe 10 and melt into water, and the water and the contaminant removed are introduced into a collector 20 via a collecting nozzle 19 in accompany by air.

[0028]

The stain is separated from the water and air in the collector 20 and is sent to and processed by a processor which is not shown. Separated air is released into atmospheric air from the collector 20 and Separated water is guided into the ice making machine 1 of the ice particle making device 100 via a filter 21 and frozen again.

[0029]

Fig. 2 shows a second embodiment of the invention. When a pump 91 is started up, cold water stored in a service tank

92 is extracted. Then, by opening the valve 5, the ice particles are mixed in the cold water.

[0030]

The cold water accompanied by the ice particles is pressurized by the pump 91 and is jetted from a nozzle which is not shown into the heat transfer pipe 10 at a high speed, as required. In the course of flowing through the heat transfer pipe 10, the high speed water and ice particles are made to collide with an inner face of the heat transfer pipe 10 and remove stain such as rusts and scales adhering onto the inner face.

[0031]

The water and stain flowing out of the heat transfer pipe 10 go into a receiving tank 93 via the collecting nozzle 19 and temporarily stored in the tank. Then, the water and stain are extracted by the pump 94 and introduced into a precipitation pond 95 and, while being stored in the pond, solid materials such as rusts and scales is precipitated and supernatant water is discharged via a drainage pipe 96.

[0032]

Fig. 3 shows a third embodiment of the invention. Water is supercooled by a supercooler 71 of a dynamic ice thermal storage apparatus 200 and is guided to a chamber 75 formed by partitioning a cooling storage tank 72 and, by jetting out from a nozzle 73 and releasing from the supercooled state, the water is made into cold water including ice crystals. While being stored in the chamber 75, the ice crystals 77 and cold water 78 are stirred by a stirrer 76.

[0033]

A portion of water flows from the chamber 75 into a chamber 79 beyond a partition wall 74, and is extracted by a pump 80, supplied to the supercooler 71 and supercooled again. By continuing this cooling storage operation for an interim period, the temperature of the cold water 73 in the chamber 75 is lowered and, by storing the ice crystals 77 in the entire upper portion of the cold water 78, cooling is stored in the cooling storage tank 72.

[0034]

Then, when the pump 91 is operated and the valve 5 of the ice particle making device 100 is opened, the ice particles supplied from the ice particle making device 100 are mixed in the cold water extracted from the chamber in the cooling storage tank 72 and jetted into the heat transfer pipe 10.

[0035]

The cold water and stain flowing out of the heat transfer pipe 10 go into a magnetic filter 81 for separating rusts and scales, and the separated rusts and scales are stored in a tank 82.

[0036]

The cold water tapped off the magnetic filter 81 flows into the supercooler 71 of the dynamic ice thermal storage apparatus 200 to be supercooled again. When the water in the system becomes insufficient, water is refilled into the supercooler 71 via a refill pipe 84.

[0037]

As shown in Fig. 4, a path 86 may be formed on the lower side of the partition wall 74 of the cooling storage tank 72

and the cold water 78 in the chamber 75 may flow into the chamber 79 via a filter 87 through the passageway 86.

[0038]

Fig. 5 shows a fourth embodiment of the invention. This embodiment combines the first embodiment shown in Fig. 1 with the dynamic ice thermal storage apparatus 200, and cold water extracted from the cooling storage tank 72 is supplied to the conveyance pipe 7.

[0039]

In this way, the ice particles produced in the ice particle making device 100 are mixed in high speed mixture fluid consisting of air and cold water flowing through the conveyance pipe 7. Other structures and actions are the same as the embodiments shown in Fig. 1 and Fig. 3, and descriptions of the corresponding members are omitted by adding the same symbols thereto. It is desirable to change a temperature, shape and dimension of the ice particles accordingly, depending on a type of stain as well as a carrying medium such as air, cold water and mixture fluid carrying the ice particles.

[0040]

As shown in Fig. 6, when liquid nitrogen  $b_1$  is supplied from a liquid nitrogen supply device 101 to the ice making machine 1 of the ice particle making device 100 and is vaporized by freezing water  $a$  in the ice making machine 1, the vaporized nitrogen gas  $c$  has a sufficiently low temperature and can be supplied to the freezing device 3 for cooling of the ice particles.

[0041]



Also, as shown in Fig. 7, by circulating a refrigerant  $b_2$  of a refrigerating machine 102, such as chlorofluorocarbon and ammonium, through the ice making machine 1, the liquid nitrogen  $b_1$  from the liquid nitrogen supply device 101 can be supplied to the freezing device 3.

[0042]

Also, as shown in Fig. 8, while the refrigerant  $b_2$  of the refrigerating machine 102 is circulated via a heat exchanger 103, a cooling medium  $b_3$  consisting of antifreeze liquid and the like can be cooled by the heat exchanger 103 and circulated through the ice making machine 1. To the freezing device 3, the liquid nitrogen  $b_1$  is supplied from the liquid nitrogen supply device 101.

[0043]

In this way, the cooling medium  $b_3$  can be cooled with the use of the evaporation latent heat of the refrigerant  $b_2$ , and the water  $a$  can be cooled by sensible heat of the cooling medium  $b_3$ . Also, in the case that the refrigerant  $b_2$  of the refrigerating machine 102 is subjected to constraints regarding to a material strength or structure, such as a cold brittleness of the ice making machine 1, or in the course of circulating the refrigerant  $b_2$  through the ice making machine 1, leakage can be prevented.

[0044]

Fig. 9 shows details of the ice particle making device 100. The ice making machine 1 is comprised of a vertical and cylindrical ice making tank 11, a refrigerant tank 12 surrounding the ice making tank 11 and a surrounding plate 13 surrounding

the refrigerant tank 12.

[0045]

In the center of the ice making tank 11, a hollow rotation axis 14 is disposed, extending vertically; multiple water ejection holes 22 are bored in the rotation axis 14, being spaced vertically; and a base end of a blade 23 is fixed to the rotation axis 14.

[0046]

The crusher 2 is comprised of a tank 24 coupled to a lower end of the ice making tank 11 and tapered downward, a fixed tooth 25 fixed to a lower face of the tank 24 and a rotation tooth 26 fixed to a lower end of the rotation axis 14 and opposed to the fixed tooth 25 leaving a predetermined distance thereto.

[0047]

The freezing device 3 is comprised of a vertical and cylindrical refrigerating tank 27, a partition tube 28 consisting of a cylindrical porous plate disposed coaxially within the refrigerating tank 27 and a cylindrical guide tube 29 disposed coaxially in an upper portion inside the partition tube 28.

[0048]

The blast tank 4 is comprised of a hopper 35 coupled to a lower end of the refrigerating tank 27 and tapered downward, and a cylindrical storage tank 36 coupled to a lower part of the hopper 35.

[0049]

When a valve 31 is opened by an instruction from a temperature sensor 30 detecting a temperature inside the

refrigerating tank 27, cooling-seal fluid e such as liquid nitrogen is introduced into the refrigerating tank 27 through the valve 31, is vaporized in the refrigerating tank 27 and, in the course of passing through multiple holes and a lower-end opening of the partition tube 28 and moving upwardly within the partition tube 28, contacts with and refrigerates the ice particles falling from the crusher 2.

[0050]

Then, the cooling-seal fluid e flowing into a gap between the partition tube 28 and the guide tube 29 is exhausted from an exhaust pipe through a path 32 formed along an outer face of the tank 24 of the crusher 2 and through inside of a jacket 33 surrounding the refrigerant tank 12.

[0051]

The ice making machine 1, the crusher 2, the freezing device 3 and the blast tank 4 are covered by heat insulation material 37 and the heat insulation material 37 is covered by an outer plate 38.

[0052]

When the ice particle making device 100 is operated, the refrigerant b is circulated within the refrigerant tank 12 of the ice making machine 1, and the rotation axis 14 and the blade 32 fixed thereto are driven to be rotated. Then, the valve 31 is opened and the cooling-seal fluid e is supplied into the refrigerating tank 27 of the freezing device 3.

[0053]

Then, while water a is dropped from the upper portion of the ice making tank 11, the water is jetted onto the inner face

of the ice making tank 11 from the water ejection holes 22 at the same time. The water is frozen by exchanging heat with the refrigerant b in the refrigerant tank 12 via the ice making tank 11, and the water adheres onto the inner face of the ice making tank 11 as a thin ice layer d.

[0054]

The ice layer d is scraped down by the blade 23 and enters the tank 24 of the crusher 2 to be crushed into ice particles  $d_1$  with a predetermined dimension and shape. In the course of falling through the guide tube 29 and the partition tube 28 of the freezing device 3, the ice particles  $d_1$  are refrigerated by contacting with the cooling-seal fluid e moving upward within the partition tube 28.

[0055]

At this point, by adjusting the opening of the valve 31 in accordance with an instruction from the temperature sensor 30 to adjust an amount of the cooling-seal fluid e passing through the valve 31, the temperature of the ice particles  $d_1$  is adjusted to a predetermined temperature and the hardness thereof is maintained to a predetermined hardness.

[0056]

The ice particles  $d_1$  made to the predetermined hardness falls into the blast tank 4 and are stored in the hopper 35 and the storage tank 36 thereof.

[0057]

As shown in Fig. 10, when the leading end of the blade 23 is bent at an exfoliation angle  $\alpha$  of the ice, the ice layer d frozen on the inner face of the ice making tank 11 can be scraped

down smoothly.

[0058]

Also, as shown in Fig. 11, when the base end of the blade 23 is fitted pivotally on the rotation axis 14 and the leading end of the blade 23 is brought into contact with an inner circumference face of the ice making tank 11 by pressurizing with a coil spring 42 disposed between a support base 41 fitted on and protruding from the rotation axis 14 and an intermediate portion of the blade 23, the ice layer d can be scraped down effectively.

[0059]

Also, as shown in Fig. 12, when a screw blade 44 is fixed to the rotation axis 14 via stays 44 and a leading end of the screw blade 44 is bent in an axial direction at an exfoliation angle  $\alpha$  of the ice as shown in Fig. 12c, the ice layer d can be scraped down smoothly and dropped downward.

[0060]

Also, as shown in Fig. 13, vertically-spaced multiple ribs 45 may be disposed on and protrude from the inner circumference face of the ice making tank 11, and the ice layer d frozen between the adjacent ribs may be scraped out with a multi-plate blade 46 disposed on and protrude from the rotation axis not shown.

[0061]

Fig. 14 shows another embodiment of the ice making machine 1. An upright cylindrical refrigerant tank 47 is disposed coaxially within an upright cylindrical ice making tank 46, and a downward pipe 48 is disposed vertically in the center of the refrigerant tank 47. Water a is jetted from multiple nozzles

49 disposed on an inner circumferential face of the ice making tank 46 to an outer circumferential face of the refrigerant tank 47, and liquid refrigerant b is supplied to a bottom of the refrigerant tank 47 via the downward pipe 48.

[0062]

Then, the water adhering onto the outer circumferential face of the refrigerant tank 47 is frozen and forms an ice layer d by exchanging heat via the refrigerant tank 47 with the liquid refrigerant b therein; the liquid refrigerant b in the refrigerant tank 47 is evaporated; and vapor thereof is exhausted via an exhaust pipe 50.

[0063]

Fig. 15 shows an exfoliation mechanism for the ice layer d frozen on the outer circumferential face of the refrigerant tank 47. A plurality of annular scrape-down plates 51 are disposed as multiple stages being spaced vertically, and these scrape-down plates 51 are coupled to a ring 53 via multiple tension members 52.

[0064]

The ring 53 is coupled to an external disk 55 via multiple rods 54 and, by reciprocating the external disk 54 vertically with drive means such as a motor and the like, the scrape-down plates 51 are moved up and down to scrape down the ice layer frozen on the outer circumferential face of the refrigerant tank 47.

[0065]

Fig. 16 shows another embodiment of the ice making machine 1. In this embodiment, a refrigerant tank 57 installed within

an ice making tank 46 is in the shape of an upright cone tilting at an adhesion prevention angle  $\beta$ . The water a is dropped onto a cone-shaped outer face of the refrigerant tank 57 and forms ice particles in the course of moving through multiple grooves provided on the cone-shaped outer face.

[0066]

Fig. 17 shows another embodiment of the exfoliation mechanism for the ice layer d. A shape-memory plate 62 changing a shape due to temperature change such as a shape-memory alloy, shape-memory resin and bimetal is disposed such that the plate comes into contact with a heat transfer wall 61 cooled by the refrigerant b, i.e., outer faces of the ice making tank 11 of Fig. 9, the refrigerant tank 47 of Fig. 14 and the refrigerant tank 57 of Fig. 16.

[0067]

As shown in Fig. 17A, when the shape-memory plate 62 is in contact with the heat transfer 61 and cooled to or below the freezing point to become a flat-plate state, if the water a is jetted onto the outer face of the shape-memory plate 62 and frozen, since temperature of the shape-memory plate 62 rises in response to this, the shape-memory plate 62 changes to a wave shape and the ice layer d is exfoliated, as shown in Fig. 17B. Once the ice layer d is exfoliated, the shape-memory plate 62 regains the original flat-plate state since the plate comes into contact with the heat transfer 61 and is cooled again, as shown in Fig. 17C.

[0068]

As an initial shape, the shape-memory plate 62 may have

not only the flat-plate shape, but also any shape such as a curved plate or a wave plate, or the shape-memory plate 62 may be fixed to the heat transfer wall 61 at multiple points or may be positioned without being fixed.

[0069]

Fig. 18 shows yet another embodiment of the exfoliation mechanism for the ice layer d. In this embodiment, by reciprocating multiple scrapers 63 having front edges tilting at an ice exfoliation angle  $\alpha$  for a distance corresponding to an interval L between adjacent scrapers 63 such that the scrapers 63 rubs the outer face of the heat transfer wall 61, the ice layer adhering to the outer face of the heat transfer wall 61 is scraped down.

[0070]

Fig. 19 shows yet another embodiment of the exfoliation mechanism for the ice layer d. In this embodiment, by downwardly moving scrapers 64 respectively stored in multiple enclosures as shown in Fig. 19A, the ice layer d adhering to the heat transfer wall 61 is scraped off by the sharp leading ends of the scrapers 64, and discharge blades 66 pivotally fitted to lower ends of the enclosures 65 are raised at the same time, as shown in Fig. 19B.

[0071]

When the scrapers 64 moves further downward, as shown in Fig. 19C, the discharge blades 66 are further raised by projections 67 provided in a base portion of the scrapers 64 and drop down the scraped ice layer d. Subsequently, the scrapers 64 are raised and stored into the enclosures 65.



[0072]

In this embodiment, the scrapers 64 is needed to be reciprocated for a distance shorter than that shown in Fig. 18, and the ice layer d can be assuredly dropped down.

[0073]

Although not shown, by applying a coating film made of water-shedding resins to a surface onto which water is frozen, such as the inner face of the ice making tank 11 shown in Fig. 9, the outer face of the refrigerant tank 47 shown in Fig. 14, the outer face of the refrigerant tank 57 shown in Fig. 16, the outer face of the shape-memory plate 62 shown in Fig. 17 and the heat transfer walls 61 shown in Fig. 18 and Fig. 19, the exfoliation of the ice layer d may be improved.

[0074]

Fig. 20 shows another way to flow the cooling-seal fluid e in the ice particle making device 100 shown in Fig. 9. A portion of the cooling-seal fluid e supplied to the freezing device 3 moves upward within a jacket 33 via a path 32, and the remaining portion moves upward within the ice making tank 11 and enters the jacket 33 through passage holes 88 bored in an upper part thereof to be combined with the cooling-seal fluid moving upward within the jacket 33 and exhausted from an exhaust pipe 34.

[0075]

In this way, the cooling-seal fluid moving upward along the inner circumferential face of the ice making tank 11 may constrain heat dissipation from the inner circumferential face of the ice making tank 11 and, at the same time, can contribute to the cooling of the water jetted onto the inner circumferential

face of the ice making tank 11, and the cooling-seal fluid flowing through the jacket 33 may constrain heat radiation from the outer circumferential face of the refrigerant tank 12.

[0076]

Fig. 21 shows a way to flow the cooling-seal fluid in the ice particle making device 100 comprising the ice making machine 1 shown in Fig. 14. A portion of the cooling-seal fluid e supplied to the freezing device 3 is exhausted from the exhaust pipe 34 via the path 32 and via the jacket 33 formed around the ice making tank 46. The remaining portion moves upward along the outer circumferential face of the refrigerant tank 47 and flows into the jacket 33.

[0077]

In this way, the cooling-seal fluid flowing through the jacket 33 can constrain heat radiation from the outer circumferential face of the ice making tank 46, and the cooling-seal fluid moving upward along the outer circumferential face of the refrigerant tank 47 can constrain heat dissipation from the outer circumferential face of the refrigerant tank 47 as well as can contribute to the cooling of the water jetted onto this outer circumferential face.

[0078]

Fig. 22 shows a way to flow the cooling-seal fluid in the ice particle making device 100 comprising the ice making machine 1 shown in Fig. 16. A portion of the cooling-seal fluid e supplied to the freezing device 3 is exhausted from the exhaust pipe 34 via the path 32 and via the jacket 33 formed around the ice making tank 46, and the remaining portion moves upward along

the cone-shaped outer face of the refrigerant tank 57 and flows into the jacket 33.

[0079]

In this way, the cooling-seal fluid flowing through the jacket 33 can constrain heat radiation from the outer circumferential face of the ice making tank 46, and the cooling-seal fluid moving upward along the cone-shaped outer face of the refrigerant tank 57 can constrain heat dissipation from the cone-shaped outer face of the refrigerant tank 57 as well as can contribute to the cooling of the water dropped onto this cone-shaped outer face

[0080]

Although descriptions have been made for examples of removing stain such as rusts and scales adhering onto the inner face of the heat transfer pipe 10 as above, the invention may be applied to removal of scales adhering onto turbine blades, stain adhering onto inner faces of boilers or outer surfaces of buildings, airplanes and railroad vehicles and marine organisms adhering onto outer panels of vessels, off course.

[0081]

[Effect of the Invention]

In a first invention of claim 1, since stain adhering onto a stained face is removed by jetting ice particles onto and making the ice particles collide with the stained face, conventional sand particles do not have to be used. Therefore, the sand particles and costs for refilling thereof are not required, and costs for processing the collapsed sand particles are not required.

[0082]

Since hardness of the ice particles may be made to sufficient hardness for chipping off the stain by adjusting temperature of the ice particles, the stain can be effectively removed and, by making the hardness of the ice particles equal to or lower than hardness of the stained face, the stained face is prevented from being chipped by the ice particles.

[0083]

Since collision forces of the ice particles can be easily adjusted when the ice particles are carried and jetted by high speed air, the stain can be effectively removed and the removed stain can be carried out or diffused by the air flow. Also, air can be easily obtained; the high speed air flow can be easily obtained by pressurizing air; and after the stain is separated, the air can be processed easily and inexpensively.

[0084]

When the ice particles are carried and jetted by high speed water, the stain can be effectively removed not only by collision forces of the ice particles, but also by an impact force of the high speed water, and the removed stain can be easily carried out by the water flow. Also, since the ice particles melt into water again, the stain can be easily separated from the water by a wastewater treatment.

[0085]

When the ice particles are carried and jetted by high speed mixture fluid consisting of air and water, the stain can be effectively removed not only by collision forces of the ice particles, but also by an impact force of the air and water.

[0086]

When the ice particles are carried and jetted by high speed cold water extracted from a dynamic ice thermal storage apparatus, temperature and hardness of the ice particles can be constrained from changing and the cold water can be obtained inexpensively with the use of midnight power and the like.

[0087]

In a second invention of claim 7, by being comprised of an ice making machine for freezing water, a crusher for crushing and forming the ice supplied from the ice making machine into ice particles with a required shape and dimension, a freezing device for cooling the ice particles supplied from the crusher to a required temperature and hardness, it is easy to produce the ice particles with the required shape and dimension as well as the required temperature and hardness.

[0088]

When a refrigerant tank is disposed around an ice making tank and water is jetted and frozen onto an inner face of the ice making tank, the water can be frozen on the inner face of the ice making tank.

[0089]

When a refrigerant tank is disposed inside an ice making tank and water is jetted and frozen onto an outer face of the refrigerant tank, a cold insulation structure is simplified, contributing to miniaturization of the entire apparatus.

[0090]

When an upright cone-shaped refrigerant tank is disposed inside an ice making tank and water is dropped on an upright

cone-shaped outer face of the refrigerant tank, the ice particle can be easily produced.

[0091]

When means are provided for scraping down an ice layer frozen on an outer face of a heat transfer wall cooled by refrigerant, the ice layer frozen on the outer face of the heat transfer wall can be easily scraped down.

[0092]

When a shape-memory plate changing a shape by ice adhering thereto is disposed on an outer face of a heat transfer wall cooled by refrigerant, an ice layer frozen on an outer face of the shape-memory plate can be automatically exfoliated.

[0093]

When a surface for freezing water is coated by a water-shedding film, an ice layer frozen on this surface can be easily exfoliated.

[0094]

When a portion of cooling-seal fluid supplied to the freezing device is forced to flow along and pass through an inner face of the ice making tank and the remaining cooling-seal fluid is forced to flow around and pass through the refrigerant tank, the cooling-seal fluid can constrain heat radiation from the refrigerant tank and constrain heat dissipation from the inner face of the ice making tank to contribute to the cooling of the water jetted onto an inner face of the ice making tank.

[0095]

When a portion of cooling-seal fluid supplied to the freezing device is forced to flow along and pass through an outer

face of the refrigerant tank and the remaining cooling-seal fluid is forced to flow around and pass through an ice making tank, the cooling-seal fluid can constrain heat radiation from an outer face of the ice making tank and constrain heat dissipation from the outer face of the refrigerant tank to contribute to the cooling of the water jetted onto the outer face of the refrigerant tank.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1]

Fig. 1 is a system diagram showing a first embodiment of the invention.

[Fig. 2]

Fig. 2 is a system diagram showing a second embodiment of the invention.

[Fig. 3]

Fig. 3 is a system diagram showing a third embodiment of the invention.

[Fig. 4]

Fig. 4 is a cross-section diagram showing an example of a variation of a cooling storage tank according to the third embodiment.

[Fig. 5]

Fig. 5 is a system diagram showing a fourth embodiment of the invention.

[Fig. 6]

Fig. 6 is a system diagram showing a cooling supply system to an ice particle making device according to the invention.

[Fig. 7]

Fig. 7 is a system diagram showing another cooling supply system to an ice particle making device.

[Fig. 8]

Fig. 8 is a system diagram showing another cooling supply system to an ice particle making device.

[Fig. 9]

Fig. 9 is a longitudinal sectional view showing an ice particle making device.

[Fig. 10]

Fig. 10 is a transverse sectional view showing ice-scraping means of the ice particle making device.

[Fig. 11]

Fig. 11 is a transverse sectional view showing another ice-scraping means of the ice particle making device.

[Fig. 12]

Fig. 12 shows another ice-scraping means of the ice particle making device: (A) is a transverse sectional view; (B) is a longitudinal sectional view; and (C) is a cross-section diagram showing a leading end of a blade.

[Fig. 13]

Fig. 13 shows yet another ice-scraping means of the ice particle making device: (A) is a partially cutaway perspective view; and (B) is a cross-section diagram showing an exfoliation situation of an ice layer.

[Fig. 14]

Fig. 14 is a longitudinal sectional view showing another embodiment of an ice making machine.

[Fig. 15]



Fig. 15 shows ice-scraping means of the ice making machine: (A) is a side view; and (B) is a partial perspective view showing an exfoliation situation of an ice layer.

[Fig. 16]

Fig. 16 is a longitudinal sectional view showing another embodiment of an ice making machine.

[Fig. 17]

Fig. 17 shows another embodiment of ice-scraping means and (A), (B) and (C) are partial perspective views of different changing states.

[Fig. 18]

Fig. 18 shows another embodiment of ice-scraping means and (A) and (B) are partial perspective views of different changing states.

[Fig. 19]

Fig. 19 shows yet another embodiment of ice-scraping means and (A), (B) and (C) are partial perspective views of different changing states.

[Fig. 20]

Fig. 20 is a schematic cross-section diagram showing another way to flow cooling-seal fluid in an ice particle making device.

[Fig. 21]

Fig. 21 is a schematic cross-section diagram showing a way to flow cooling-seal fluid in another ice particle making device.

[Fig. 22]

Fig. 22 is a schematic cross-section diagram showing a way to flow cooling-seal fluid in another ice particle making device.

[Fig. 23]

Fig. 23 is a chart diagram showing a relationship between temperature of ice and Vickers hardness.

[Description of the Reference Numerals]

100 ice particle making device

1 ice making machine

2 crusher

3 freezing device

4 blast tank

15 compressor

16 auxiliary tank

17 air drier

6, 8, 9 valve

7 conveyance pipe

18 fluidics nozzle

10 heat transfer pipe

19 collecting nozzle

20 collector

21 filter

FIG. 1

- 100 ice particle making device
- 1 ice making machine
- 2 crusher
- 3 freezing device
- 4 blast tank
- 15 compressor
- 16 auxiliary tank
- 17 air drier
- 6, 8, 9 valve
- 7 conveyance pipe
- 18 fluidics nozzle
- 10 heat transfer pipe
- 19 collecting nozzle
- 20 collector
- 21 filter

FIG. 23

- 1 hardness Vickers
- 2 alumina
- 3 metal